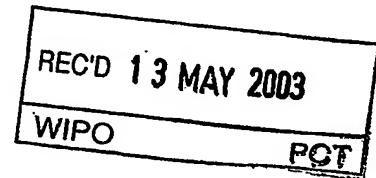


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

22 SEP 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 14 190.8

Anmeldetag: 28. März 2002

Anmelder/Inhaber: Minebea Co. Ltd., a Japanese Corporation,
Tokio/JP

Bezeichnung: Stromversorgungseinrichtung mit mehreren
parallel geschalteten Schaltnetzteilen

IPC: H 02 J 1/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Eber

BEST AVAILABLE COPY

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZIELTÄT

Boehmert & Boehmert • P.O.B. 15 03 08 • D-80043 München

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12
80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1999-1972)
DIPLO.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1952-1992)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA*, Bremen
DIPLO.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIPLO.-PHYS. ROBERT MÜNZHUBER, PA (1933-1992)
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA HUTH-DIERIG, RA, München
DIPLO.-PHYS. DR. MARION TÖNNHARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELDER, RA, Bremen
DIPLO.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMAN, RA, Berlin
DIPLO.-PHYS. DR. DOROTHEE WEBER-BRULS, PA*, Frankfurt
DIPLO.-PHYS. DR. STEFAN SCHOHE, PA*, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Bielefeld
DR. MARTIN WIRTZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERND NORDEMAN, LL.M., RA, Berlin

PROF. DR. WILHELM NORDEMAN, RA, DDP
DIPLO.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Hohenkirchen
DR.-ING. GERALD KLÖPSCH, PA*, Düsseldorf
DIPLO.-ING. HANS W. GROENING, PA*, München
DIPLO.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Bielefeld
DIPLO.-PHYS. LORENZ HANWINKEL, PA*, Paderborn
DIPLO.-ING. DR. JAN TÖNNIES, PA, RA, Kiel
DIPLO.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIPLO.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIPLO.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Oxford), RA, München
DIPLO.-PHYS. CHRISTIAN W. APPELT, PA*, München
DR. ANKE NORDEMAN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
KERSTIN MAUCH, LL.M., RA, Potsdam
DIPLO.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, PA, München
JÜRGEN ALBRECHT, RA, München
ANKE SIEBOLD, RA, Bremen
DR. KLAUS TIM BRÖCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIPLO.-ING. NILS T. F. SCHMID, PA*, München
FLORIAN SCHWARZ, LL.M., RA*, München
DIPLO.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München
In Zusammenarbeit mit/in cooperation with
DIPLO.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
• - European Patent Attorney
• - Brandenburg, zugelassen am OLG Brandenburg
• - Maître en Droit
• - Licencié en Droit
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professional Representation at the Community Trademark Office, Alicante

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

München,

Neuanmeldung

M30134(L)

27. März 2002

Minebea Co., Ltd., a Japanese Corporation
18F Arco Tower
1-8-1 Shimo-Meguro
Meguro-Ku
Tokyo 153 0064
Japan

Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen.

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers, wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom und eine Ausgangsspannung erzeugt, und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil. Die Ansteuervorrichtung steuert die Ausgangsspannung des Schaltnetztes, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom und einem Lastwiderstand

- 21.357 -

Pettenkoferstraße 20-22 • D-80336 München • P.O.B. 15 03 08 • D-80043 München • Telefon +49-89-559680 • Telefax +49-89-347010

MÜNCHEN • BREMEN • BERLIN • DÜSSELDORF • FRANKFURT • BIELEFELD • POTSDAM • BRANDENBURG • KIEL • PADERBORN • HOHENKIRCHEN • ALICANTE

<http://www.boehmert.de>

e-mail: postmaster@boehmert.de

Die Grundlagen parallel geschalteter Schaltnetzteile sind z. B. beschrieben in Elektronik, Band 13, 2000, Seiten 114-118 „Schaltnetzteile parallel geschaltet – technische Details zur passiven Stromaufteilung“ von Martin Rosenbaum. Ziel der Parallelschaltung von Schaltnetzteilen ist die Leistungserhöhung mittels der Erhöhung des Ausgangsstroms sowie eine Verringerung der Ausfallrate durch Vorsehen redundanter Schaltnetzteile derart, daß eine defekte Stromversorgung während des Betriebs einer Einrichtung, die von den Schaltnetzteilen versorgt wird, ausgetauscht werden kann. Die Parallelschaltung läßt sich mit einer aktiven Stromaufteilung und mit einer passiven Stromaufteilung realisieren.

Die aktive Stromaufteilung mißt den Ausgangsstrom jedes Netzteils und regelt die Ausgangsspannungen abhängig vom Ausgangsstrom aller Schaltnetzteile so, daß sich eine gleichmäßige Stromaufteilung auf einen oder mehrere Verbraucher ergibt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß eine genaue Stromaufteilung und eine gleichmäßige Belastung der parallel geschalteten Schaltnetzteile erreicht werden können. Als Nachteile werden der erhöhte schaltungstechnische Aufwand und die damit einhergehenden höheren Kosten anzusehen.

Bei der passiven Stromaufteilung wird durch Einstellung einer „weicher Ausgangskennlinie“ des Schaltnetzteils, die z.B. in Figur 1 gezeigt ist, eine möglichst gleichmäßige Stromaufteilung realisiert. Vorteilhaft sind der geringere schaltungstechnische Aufwand und die nahezu unbegrenzte Anzahl der Schaltnetzteile, welche parallel geschaltet werden können. Ein Nachteil ist bei einigen Anwendungen die etwas ungenauere Stromaufteilung.

Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Beispiels für N parallel geschaltete Schaltnetzteile 10, 11, 12, die einen Verbraucher 13 versorgen. Weitere Einzelheiten der in Figur 2 gezeigten Schaltung sind in der oben genannten Veröffentlichung in Elektronik 13/2000 gezeigt und erläutert. Auf diese Veröffentlichung wird Bezug genommen.

Um die Ausgangskennlinie der einzelnen, parallel geschalteten Schaltnetzteile nach Wunsch einzustellen, ist bei der passiven Stromaufteilung im Stand der Technik vorgesehen, einen oder mehrere Shunt-Widerstände in die Ausgangsleitung der jeweiligen Schaltnetzteile zu

legen, so daß sich die Ausgangsspannung der jeweiligen Schaltnetzteile abhängig von der Belastung, innerhalb gewisser Toleranzen, gemäß vorgegebenen Kennlinien einstellt. Figur 3 zeigt ein Beispiel einer solchen Ausgangskennlinie eines einzelnen Schaltnetzteils, die drei Abschnitte aufweist, welche durch Vorsehen von drei geschalteten Shunt-Widerständen in der Ausgangsleitung des Schaltnetzteils eingestellt werden kann.

Die in Figur 3 gezeigte Ausgangskennlinie verläuft in einem ersten Bereich, I, der den Normalbetrieb des Schaltnetzteils kennzeichnet, relativ flach, mit nur einer geringen Spannungsabnahme bei zunehmender Ausgangslast und somit zunehmendem Ausgangsstrom. In diesem Bereich I ist ein erster Shunt-Widerstand R_{vs} aktiv, der auch durch den Leitungswiderstand gebildet werden könnte. Wenn der Ausgangsstrom I_0 über einen ersten Schwellwert I_{0p0} steigt, wird ein zweiter Shunt-Widerstand R_p zugeschaltet, der bewirkt, daß die Spannung am Ausgang des Schaltnetzteils stärker abfällt. Dieser zweite Bereich, der mit II bezeichnet ist, kann beispielsweise ein Ladebetriebsbereich sein, in dem die Netzteile nicht nur einen Verbraucher versorgen, sondern zusätzlich auch Batterien oder andere Energiespeicher laden, die bei einem Stromausfall als Not-Energieversorgung zum Versorgen der Verbraucher vorgesehen sind.

Wenn der Ausgangsstrom I_0 des jeweiligen Schaltnetzteils einen weiteren Schwellwert I_{0s} überschreitet, wird ein dritter Shunt-Widerstand aktiviert, der so dimensioniert ist, daß die Spannungs-Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils abrupt abfällt. Dieser Bereich, der mit III bezeichnet ist, kann als ein Schutz-Abschaltbereich betrachtet werden, in dem das Schaltnetzteil bei Überschreiten eines bestimmten Grenzstroms I_{0s} kurz geschlossen und abgeschaltet wird. Der dritte Shunt-Widerstand ist mit R_s bezeichnet.

Während die beschriebene Lösung des Standes der Technik zum Einstellen der Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile abhängig von dem Ausgangsstrom schaltungstechnisch einfach ist und verschiedene Betriebsbereiche der Ausgangskennlinie ermöglicht, erzeugen die Shunt-Widerstände, die in der Stromversorgung oder außerhalb davon in der Ausgangsleitung des

Schaltnetzteils (s. R_L in Fig. 2) liegen können, erhebliche Verluste und reduzieren somit den Gesamtwirkungsgrad der Stromversorgung bzw. des Systems.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers anzugeben, die mit einer passiven Stromaufteilung arbeitet und eine Einstellung der Ausgangskennlinie jedes Schaltnetzteils für unterschiedliche Betriebsbereiche erlaubt. Diese Aufgabe wird durch eine Stromversorgungseinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfindung schlägt eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers vor, in der jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom I_0 und eine Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom I_0 und einem zugehörigen Lastwiderstand R_L , erzeugt. Für jedes Schaltnetzteil ist eine Ansteuervorrichtung vorgesehen. Erfindungsgemäß ist die Ansteuervorrichtung in drei Stufen aufgeteilt, um eine Ausgangsspannungskennlinie des jeweiligen Schaltnetzteils mit drei Betriebsbereichen zu erzeugen. Diese drei Betriebsbereiche sind vorzugsweise gekennzeichnet durch eine Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils, die mit zunehmender Belastung und somit zunehmendem Ausgangsstrom steiler abfällt, wie z. B. in Figur 3 gezeigt.

Die erste Stufe weist ein P-Glied auf, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$ abgeleitet ist, und eine P-Glied-Steuerspannung U_{VS} erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Das P-Glied erzeugt eine geringfügig abfallende Ausgangskennlinie, die in ihrer Höhe vorzugsweise einstellbar ist. Die erste Stufe ist in einem Normalbetriebsbereich bis zu einem ersten Grenzwert I_{0P} des Ausgangsstroms I_0 aktiv und kann bei Überschreiten des ersten Grenzwertes I_{0P} deaktiviert werden.

Die zweite Stufe weist eine Stromabbildungsschaltung auf, die den Ausgangsstrom I_0 des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P

ist direkt proportional zum Ausgangsstrom I_0 und wird vorzugsweise so eingestellt, daß sich eine stärker abfallende Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils ergibt. Die zweite Stufe wird aktiv, wenn der Ausgangsstrom I_0 den ersten Grenzwert I_{0P} überschreitet, der beispielsweise so gewählt wird, daß er ein Verlassen des Normalbetrieb und einen Übergang zu einem Ladebetrieb des Schaltnetzteils kennzeichnet, wie oben mit Bezug auf Figur 3 beschrieben.

Die dritte Stufe weist eine Verstärkerschaltung auf, die ein zum Ausgangsstrom I_0 proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung U_S erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Vorzugsweise ist die dritte Stufe der zweiten Stufe nachgeschaltet und verwendet die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P als Eingangssignal. Die Verstärkung der dritten Stufe ist vorzugsweise so eingestellt, daß sich eine steil abfallende Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils ergibt. Die dritte Stufe ist aktiv, wenn der Ausgangsstrom I_0 einen zweiten Grenzwert I_{0S} übersteigt, der beispielsweise eine Überlastbedingung anzeigt, die ein Abschalten des Schaltnetzteils notwendig macht.

Mit der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung ist es möglich, die Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils nach Vorgaben in mehreren unterschiedlichen Betriebsbereichen einzustellen, wobei die Einstellung durch Verwendung des P-Glieds, der Stromabbildungsschaltung und der Verstärkerschaltung weitgehend verlustlos ist und dennoch ein geringerer Schaltungsaufwand notwendig ist als bei einer aktiven Stromaufteilung, welche darauf basiert, die Ausgangsströme aller Schaltnetzteile zu messen und abhängig von den Messungen aller Schaltnetzteile eine Regelung durchzuführen.

Erfindungsgemäß werden die Arbeitsbereiche, in denen die erste, zweite bzw. dritte Stufe aktiv sind, abhängig vom Ausgangsstrom I_0 gesteuert. Die Bereiche sind in Fig. 3 mit I, II, III gekennzeichnet. Liegt I_0 im Bereich I, so ist nur die erste Stufe aktiv; liegt I_0 im Bereich II, so ist die zweite Stufe aktiv, das P-Glied der ersten Stufe zieht die Ausgangsspannung dieser ersten Stufe auf null, wie unten genauer beschrieben ist, so daß die erste Stufe keinen Einfluß mehr hat. Liegt der Ausgangsstrom I_0 im Bereich III, bleibt die zweite Stufe zwar aktiv, wird jedoch durch den wesentlich höheren Verstärkungsfaktor der dritten Stufe dominiert, so daß

der Beitrag der zweiten Stufe zur Steuerspannung weitgehend vernachlässigbar ist, wie weiter unten genauer beschrieben.

Die Ansteuervorrichtung umfaßt vorzugsweise einen Pulsweitenmodulator-Baustein mit integriertem Koppelverstärker, welcher die P-Glied-Steuerspannung U_{VS} , die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P und die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung mU_S empfängt und ein Steuersignal V_T für das jeweilige Schaltnetzteil abhängig von diesen Steuerspannungen erzeugt. Der Pulsweitenmodulator-Baustein empfängt abhängig davon, welche Stufen aktiviert sind, die P-Glied-Steuerspannung U_{VS} , die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P und/oder die verstärkten Ausgangsstrom-Steuerspannung mU_S .

Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die erste Stufe einen Spannungsteiler, der die Größe der Ausgangsspannung U_0 festlegt und eine zur Ausgangsspannung U_0 proportionale P-Glied-Eingangsspannung erzeugt. Zusätzlich kann über eine gesteuerte Stromquelle, die mit dem Spannungsteiler verbunden ist, die Ausgangskennlinie des Schaltnetzteiles verschoben werden, wie weiter unten näher erläutert ist.

Vorzugsweise weist das P-Glied der ersten Stufe einen Operationsverstärker auf, dessen einer Eingang die P-Glied-Eingangsspannung empfängt und dessen anderer Eingang eine erste Bezugsspannung U_{ref} empfängt und dessen Ausgang die P-Glied-Steuerspannung U_{VS} abgibt. Der Operationsverstärker ist vorteilhaft über eine Sperrdiode mit dem Pulsweitenmodulations-Baustein verbunden.

Die Stromabbildungsschaltung der zweiten Stufe weist vorzugsweise ein Übertragerelement auf, das zu einem Haupt-Übertragerelement des jeweiligen Schaltnetzteils parallel geschaltet ist und ein -Ausgangssignal erzeugt, das proportional zu dem Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils ist. Dies ist mit Bezug auf die Figuren näher erläutert.

Die Verstärkerschaltung der dritten Stufe ist vorzugsweise mit einem Operationsverstärker realisiert, dessen einer Eingang mit der Stromabbildungsschaltung der zweiten Stufe verbunden ist und dessen anderer Eingang mit einer Bezugsspannung verbunden ist und dessen Ausgang die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung abgibt.

Die Erfindung ist im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigt:

5 Figur 1 ein Diagramm mit drei Ausgangskennlinien von drei parallel geschalteten Schaltnetz-
teilen gemäß dem Stand der Technik;

Figur 2 zeigt in Form eines Blockdiagramms die Parallelschaltung mehrerer Schaltnetzteile
zur Versorgung eines Verbrauchers gemäß dem Stand der Technik;

Figur 3 zeigt das Diagramm einer Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils, die erfindungsge-
mäß eingestellt werden soll;

Figur 4 zeigt ein Schaltbild einer Stromversorgungseinrichtung mit einer Ansteuervorrichtung
gemäß der Erfindung, wobei in Figur 4 nur die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils
schematisch dargestellt ist;

15 Figur 5 zeigt ein Schaltbild der Eingangsstufe eines Schaltnetzteiles gemäß dem Stand der
Technik, die in Verbindung mit der Erfindung eingesetzt werden könnte;

Figur 6 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Stromversorgungseinrichtung gemäß
der Erfindung zur Versorgung mehrerer Verbraucher.

Figur 1, die bereits beschrieben wurde, zeigt ein Diagramm mit drei sogenannten weichen
20 Kennlinien von drei parallel geschalteten Schaltnetzteilen mit passiver Stromaufteilung ge-
mäß dem Stand der Technik. Ein Beispiel für drei bzw. n parallel geschaltete Schaltnetzteile
gemäß dem Stand der Technik ist in Figur 2 gezeigt. Figur 2 zeigt ein erstes Schaltnetzteil 10,
ein zweites Schaltnetzteil 11, und ein n -tes Schaltnetzteil 12, die parallel geschaltet und sym-
metrisch mit einem Verbraucher 13 verkabelt sind. Die Leitungswiderstände der Verkabelung
25 sind schematisch durch die Widerstände R_L dargestellt. Bei der in Figur 2 gezeigten Anord-
nung entsprechen die Leitungswiderstände R_L dem ersten Shunt-Widerstand zur Einstellung
der Ausgangskennlinie jedes Schaltnetzteils 10, 11, 12, wobei im Stand der Technik ein zu-
sätzlicher Shunt-Widerstand vorgesehen werden muß, um eine genaue Stromaufteilung zu
erreichen. Diese Lösung ist jedoch unflexibel und führt zu zusätzlichen Verlusten am Shunt-
30 Widerstand.

Figur 3, die bereits beschrieben wurde, zeigt eine Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils mit drei Betriebsbereichen, die von der erfindungsgemäßen Stromerzeugungseinrichtung erzeugt werden soll. Übertragen auf die schematische Darstellung der Figur 2 ist die Aufgabe der Erfindung, daß jedes der Schaltnetzteile 10, 11, 12 beispielsweise eine Ausgangskennlinie gemäß Figur 3 oder eine andere, einstellbare Ausgangskennlinie erzeugt, ohne daß verlustbehaftete Shunt-Widerstände benötigt werden. Figur 3 zeigt einen ersten Betriebsbereich I, der den Normalbetrieb der Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet und bei einem ersten Grenzstrom I_{0P} endet, einen zweiten Betriebsbereich II, der den Ladebetrieb der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet und bei einem zweiten Grenzstrom I_{0S} endet, und einen dritten Betriebsbereich III, der den Abschaltbereich der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet, wobei die Stromversorgungseinrichtung bei einem Kurzschlußstrom I_K vollständig abschaltet.

- 15 Figur 4 zeigt einen schematischen Schaltplan der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung, wobei in Figur 4 nur die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils und die zugehörige Ansteuervorrichtung schematisch dargestellt sind.

Figur 4 zeigt schematisch die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils 20, mit einem steuerbaren elektronischen Schalter 22, der bei der gezeigten Ausführungsform einen MOS-FET aufweist, jedoch auch als ein IGBT oder jeder andere geeignete Transistorschalter realisiert sein kann, und einem Speicherkondensator 24 sowie einem Ausgangs-Übertrager 26. Dem Ausgangs-Übertrager 26 sind eine Ausgangs/Freilaufdiode 28 und ein LC-Schaltkreis 30, welche die zerhackte Ausgangsspannung des Transistorschalters 22 und Übertragers 26 gleichrichten, nachgeschaltet. Der Ausgangsstrom des Schaltnetzteils 20, das in Figur 4 nur schematisch dargestellt ist, ist mit I_0 bezeichnet, und die Ausgangsspannung ist mit U_0 bezeichnet. Am Ausgang des Schaltnetzteils 20 ist in Figur 4 ein Lastwiderstand R_L 32 stellvertretend für einen oder mehrere Verbraucher dargestellt. Die Ausgangsstufe des Schaltnetzteils 20 umfaßt bei der Ausführungsform der Fig. 4 ferner einen zweiten steuerbaren elektronischen Schalter 61, der mit dem ersten Schalter 22 im Gleichtakt angesteuert wird.

Fig. 5 zeigt zur Erläuterung ein Beispiel einer Eingangsstufe des Schaltnetzteils gemäß dem Stand der Technik, welche der in Fig. 4 gezeigten Ausgangsstufe vorgeschaltet sein kann. Diese Eingangsstufe eines Schaltnetzteils dient jedoch lediglich als ein Beispiel, da die Erfindung mit jeder Art von Schaltnetzteil realisiert werden kann. Das Schaltnetzteil der Figur 5 umfaßt insbesondere einen Eingangsgleichrichter aus vier Gleichrichterdioden 34, 35, 36, 37, die in Form einer Brückenschaltung angeordnet sind. Die Gleichrichterbrücke erhält ihre Eingangsspannung, insbesondere eine Netzspannung, an den Anschlüssen X1, X2 und gibt ihre gleichgerichtete Ausgangsspannung über eine Speicher- und Glättungsdrossel 38, die nur in eine Richtung von einem Strom durchflossen wird, an einen steuerbaren elektronischen Schalter 40 ab, der über dem Ausgang des Brückengleichrichters angeschlossen ist. Der Transistorschalter 40 empfängt eine Steuerspannung U_i , die in Fig. 5 nicht näher spezifiziert ist und die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils bestimmt. Dem Transistorschalter 40 ist eine Ausgangs/Freilaufdiode 42 zugeordnet, welche die zerhackte Ausgangsspannung des Transistorschalters gleichrichtet. Am Ausgang des Schaltnetzteils ist ein unipolarer Speicherkondensator 44 zur Speicherung und Glättung der Ausgangsspannung angeschlossen.

Nach einem bekannten Steuerverfahren wird der steuerbare elektronische Schalter 40, bzw. 22, 61 in Figur 4, mit einer im Verhältnis zur Netzfrequenz der Wechselspannungsversorgung (an den Anschlüssen X1, X2) hohen Schaltfrequenz U_T betrieben. Durch die Veränderung der relativen Einschaltdauer des elektronischen Schalters 40 bzw. 22, 61 ist es möglich, die Ausgangsspannung U_C an dem Kondensator 44 bzw. 24 und somit die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils U_0 einzustellen.

Wieder mit Bezug auf Figur 4 wird nun beschrieben, wie die Steuerspannung U_T durch die dreistufige Ansteuervorrichtung gemäß der Erfindung bestimmt wird. Die erste Stufe der erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung ist in Figur 4 in einem mit 50 bezeichneten Kasten dargestellt, die zweite Stufe ist in einem mit 60 bezeichneten Kasten dargestellt, und die dritte Stufe ist in einem mit 70 bezeichneten Kasten dargestellt.

Die erste Stufe 50 der Ansteuerschaltung umfaßt einen Spannungsteiler bestehend aus Widerständen 51, 52, 53, ein P-Glied, das durch einen Operationsverstärker 54 gebildet wird, und eine Sperrdiode 56. Diese Bauteile sind wie in Figur 4 gezeigt miteinander verbunden. Über den Spannungsteiler 51, 52, 53 und eine wählbare, konstante erste Bezugsspannung U_{REF1} kann die Ausgangsspannung U_{0MAX} eingestellt werden.

Der Spannungsteiler 51, 52, 53 ist so dimensioniert, daß bei der gewünschten Ausgangsspannung U_0 am Anschluß zwischen den Widerständen 52 und 53 eine Spannung erzeugt wird, die im wesentlichen der ersten Bezugsspannung U_{REF1} entspricht. Demgemäß erzeugt das P-Glied 54 eine P-Glied-Steuerspannung U_{VS} , die über die Diode 56 an einen Pulsweitenmodulationsbaustein 80 angelegt wird, um das Schaltnetzteil 20 so anzusteuern, daß sich die (aufgrund der Wirkung des P-Gliedes) gering abfallende Ausgangskennlinie im Bereich I der Fig. 3 ergibt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die in Fig. 4 gezeigt ist, kann für die Einstellung von U_{0MAX} eine Stromsenke 58 vorgesehen werden, um so nach Bedarf ein Kennlinienfeld zu erzeugen. Eine zweite Kennlinie mit einem geringfügig nach unten verschobenen U_{0MAX} ist in Fig. 3 beispielsweise gestrichelt dargestellt. Hierzu ist der Spannungsteiler in die Widerstände 51 (R_T) und 52 aufgeteilt, und eine gesteuerte Stromquelle oder Stromsenke 58 ist an dem Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 51 und 52 angeschlossen. Die Stromsenke 58 zieht einen konstanten Strom I_T über den Widerstand 51 (R_T), so daß über dem Widerstand 51 eine zusätzliche konstante, einstellbare Spannung abfällt, welche die Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils nach Wunsch verschiebt.

Das Ausgangssignal U_{VS} des P-Gliedes 54 wird an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80, mit integriertem Koppelverstärker, angelegt, der das Steuersignal U_T für das Schaltnetzteil 20 erzeugt.

Solange der Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils 20 unter einem vorgegebenen ersten Grenzwert I_{0P} liegt, der das Ende eines Normalbetriebsbereichs I kennzeichnet, liefern die

zweite Stufe 60 und die dritte Stufe 70 keine Ausgangssignale. Die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils 20 ergibt sich dann zu:

$$U_0(I_0) = U_{0\text{MAX}} - R_{VS} \cdot I_0 - R_T \cdot I_T,$$

wobei

$$R_{VS} = \frac{R_{\text{Leitungsverluste}}}{\text{Kreisverstärkung}}$$

Wenn der Ausgangsstrom I_0 den ersten Grenzwert I_{0P} überschreitet, wird bei der gezeigten Ausführungsform die zweite Stufe 60 aktiviert. Die zweite Stufe 60 ist in dem Bereich II aktiv, wobei in diesem Bereich die Ausgangsspannung U_0 kleiner ist als die erste Bezugsspannung U_{REF1} , so daß das P-Glied 54 der ersten Stufe einen hochohmigen Ausgang hat und die erste Stufe 50 dadurch für die Einstellung des Steuersignals U_T keinen Beitrag mehr leistet.

Die zweite Stufe 60 der Ansteuervorrichtung umfaßt einen Übertrager 62, eine Zenerdiode 63, einen Kondensator 64 und einen Widerstand R_P 65, die wie in Figur 4 gezeigt miteinander verbunden sind. Der Übertrager 62 wird durch den elektronischen Schalter 61 angesteuert.

Das Ansteuersignal U_T wird parallel an die beiden elektronischen Schalter 22, 61 angelegt, so daß diese im Gleichtakt geschaltet werden. Der Primärstrom des Schaltnetzteils, der durch die Schalter 22, 61 und durch den Übertrager 62 fließt, entspricht exakt dem Sekundärstrom durch die Dioden 28, multipliziert mit \bar{u}_1 . Der Übertrager 62 dividiert den Primärstrom durch \bar{u}_2 . Somit entspricht der Ausgangsstrom durch den zweiten Übertrager 62 einem genauen Abbild des Ausgangsstroms I_0 des Haupt-Übertragers 26, dividiert durch $(\bar{u}_1 \cdot \bar{u}_2)$. Der Spannungsabfall über dem Widerstand R_P 65 ist somit ein Maß für den Ausgangsstrom I_P , gemäß der folgenden Gleichung:

$$U_P = \frac{I_0 \cdot R_P}{\bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2}$$

Mit Hilfe des zweiten Übertragers 62 kann somit ohne nennenswerte Strombelastung des Schaltnetzteils ein Abbild des Ausgangsstroms I_0 erzeugt werden. Die Ausgangsspannung U_P der zweiten Stufe 60 wird über einen gesteuerten Schalter 68 an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 angelegt. Der gesteuerte Schalter 68, der in Fig. 4 durch einen Vergleichler und einen Transistorschalter schematisch dargestellt ist, empfängt an einem Steuereingang eine zweite Bezugsspannung U_{REF2} , die so gewählt ist, daß das Ausgangssignal U_P der zweiten Stufe erst dann auf den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 aufgeschaltet wird, wenn der Ausgangsstrom I_0 den zweiten Grenzwert I_{0P} überschreitet. Hierzu wird U_{REF2} wie folgt eingestellt:

$$U_{REF2} = \frac{I_{0P} \cdot R_P}{\bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2}$$

Die Ausgangsspannung U_P der zweiten Stufe 60 wird an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 wie beschrieben angelegt, um den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 anzusteuern und ein gewünschtes Steuersignal U_T für das Schaltnetzteil zu erzeugen.

Die Ausgangsspannung U_0 des Schaltnetzteils 20 ergibt sich bei Aktivierung der zweiten Stufe 60 zu:

$$U_0(I_0) = U_0(I_{0P}) - k \cdot R_P \cdot I_0$$

Wobei

$$k = \frac{1}{\bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2}$$

Es ist ersichtlich, daß durch geeignete Wahl von R_P die Steigung der Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils 22 beeinflußt werden kann. Da die Kennlinie nur mit Hilfe der Stromabbildung eingestellt wird, muß kein zusätzlicher Widerstand in den eigentlichen Ausgangskreis des Schaltnetzteils eingefügt werden, so daß die Verluste minimal gehalten werden können.

Wenn schließlich der Ausgangsstrom I_0 einen zweiten Grenzwert I_{0S} überschreitet, wird die dritte Stufe 70 der Ansteuerschaltung aktiviert. Die Aktivierung der dritten Stufe 70 kann über eine dritte Bezugsspannung U_{REF3} eingestellt werden, wobei

$$U_{REF3} = \frac{I_{0S} \cdot R_P}{\dot{U}_1 \cdot \dot{U}_2}$$

Die dritte Stufe 70 der Ansteuerschaltung umfaßt eine Eingangsdiode 71 und einen Kondensator 72, die einen Eingangsgleichrichter bilden, sowie eine Verstärkerschaltung, die insgesamt mit 74 bezeichnet ist und neben anderen Widerständen und Kondensatoren einen Eingangswiderstand R_S 73 aufweist, sowie eine Ausgangsdiode 75, die wie in Fig. 4 gezeigt miteinander verbunden sind. Die dritte Stufe 70 der Ansteuervorrichtung empfängt als Eingangssignal das Ausgangssignal U_P der zweiten Stufe 60, das proportional zu dem Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils 20 ist. U_P ist ein abhängig von den Steuersignalen U_T gepulstes Signal.

Dieses gepulste Signal U_P wird von dem Gleichrichterteil 71, 72 der dritten Stufe 70 gleichgerichtet, so daß an dem Eingangswiderstand R_S 73 des Verstärkerteils 74 der dritten Stufe eine gleichgerichtete Spannung U_S anliegt, deren Amplitude der Spannung U_P entspricht. Die dritte Stufe 70 erzeugt ein Steuersignal $U_S = U_P$ (gleichgerichtet) $= k \cdot R_P \cdot I_0$, welches durch die Verstärkerschaltung 74 verstärkt wird. Die Verstärkerschaltung 74 ist so ausgelegt, daß sie einen relativ hohen Verstärkungsfaktor, $m \gg 1$, hat. Es ergibt sich ein Ausgangssignal $m \cdot U_S$.

Das Ausgangssignal mU_S der dritten Stufe 70 wird in den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 eingegeben, um das Steuersignal U_T zu erzeugen, daß eine steile Ausgangskennlinie U_0 des

Schaltnetzteils 20 erzeugt, die bei einem Kurzschlußstrom I_K zu 0 wird (s. Bereich III in Fig. 3). Die Ausgangskennlinie U_0 des Schaltnetzteils 20 ergibt sich im Bereich $I_{0s} < I_0 < I_K$ zu:

$$U_0(I_0) = U_0(I_{0s}) - k * m * R_p * I_0$$

5

Die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung findet Anwendung in allen Systemen, in denen redundante Schaltnetzteile zur Sicherung bei Netzausfall oder dergleichen benötigt werden. Insbesondere kann die Erfindung eingesetzt werden in Telekommunikationsanlagen, Computersystemen und jeglichen anderen Steuer- und Kommunikationssystemen, welche eine ausfallsichere Energieversorgung benötigen. Zusätzlich zu den an die Netzteilen angeschlossenen Verbraucher können auch Batterien angeschlossen werden, die bei Stromausfall die Energieversorgung übernehmen. Die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung sieht daher in ihrer Ausgangskennlinie einen Betriebsbereich für den Normalbetrieb, einen Betriebsbereich für den Ladebetrieb bei höherer Belastung und einen Betriebsbereich für das

15 Abschalten bei Überlastung vor.

20

25

30

Figur 6 zeigt ein Beispiel für eine Umgebung, in der die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung eingesetzt werden kann. In Figur 6 ist ein Stromnetz allgemein mit 90 bezeichnet, wobei das Stromnetz 90 eine Wechselspannung im Bereich von 90 bis 230 Volt bereitstellen kann und eine Einrichtung für die Verteilung der Wechselspannung auf mehrere Schaltnetzteile sowie die nötigen netzseitigen Funk- und Störfilter und weitere benötigte Filtereinrichtungen aufweist. Das Netz 90 versorgt n Schaltnetzteile 92, 94, 96, 98, die in Figur 6 mit Rectifier Module bezeichnet sind. Die Schaltnetzteile 92-98 sollen bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel einer Ausgangsleistung P_{OUT} zwischen 300 W und 2 kW bereitstellen können. Jedem Schaltnetzteil der Figur 6 ist eine Ansteuervorrichtung zugeordnet, wie sie mit Bezug auf Figur 4. beschrieben wurde, um eine gewünschte Ausgangs-Kennlinie einzustellen, wobei die Ansteuervorrichtung in Figur 6 nicht dargestellt sind. Die Schaltnetzteile 92-98 sind über eine gemeinsame Leitung mit mehreren Verbrauchern 100-112 sowie mit Batterien 114 verbunden, die alle mit einer Spannung im Bereich von 48 Volt Gleichspannung bis 56 Gleichspannung arbeiten und verschiedene Leistungsanforderungen haben können, wobei

beispielhaft Leistungsbereiche P_{OUT} von 10 Watt bis 100 Watt und von 100 W bis 300 kW angegeben sind. Die Verbraucher 100-112 können Mikroprozessorkarten, Telekommunikationskarten, Gleichstromwandler auf Karten in elektronischen Datenverarbeitungssystemen, 19 Inch-Gleichstromwandler für Serverschränke oder dergleichen, alle Arten von elektrischen und elektronischen Systemen, Lüfter und Klimaanlage und dergleichen umfassen. Eine beispielhafte Anwendung der Erfindung sind Telekommunikationsanlagen, die all diese Bestandteile haben werden. Im Normalbetrieb, d.h. im Bereich I der Kennlinie der Figur 3, versorgen die Netzteile 92-98 mit im wesentlichen gleicher Stromabgabe die Verbraucher 100-112 und halten die Spannung der Batterien 114 auf einem gewünschten Niveau, z. B. 48-56 V, aufrecht. Wenn bei Inbetriebnahme oder aufgrund einer Störung, bei der Wartung oder dergleichen, der Spannungspegel der Batterien 114 sinkt, müssen die Schaltnetzteile 92-98 zusätzlich zur Versorgung der Verbraucher 100-112 die Batterien 114 nachladen, so daß der Ausgangsstrom der Schaltnetzteile 92-98 aufgrund der höheren Belastung steigen wird, so daß die Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile in den Betriebsbereich II kommt. Nach dem vollständigen Laden der Batterie 114 wird die Stromentnahme in der Regel wieder abnehmen, so daß der Normalbetrieb im Betriebsbereich I wieder aufgenommen werden kann. Im Falle einer Fehlfunktion oder Störung, bei denen ein übermäßig großer Strom $I_0 > I_{0S}$ gezogen wird, geht die Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile 92-98 in den dritten Betriebsbereich III, was bei einem weiteren Ansteigen des Ausgangsstroms I_0 dazu führt, daß die Schaltnetzteile 92-98 kurz geschlossen werden und keine Spannung mehr abgeben. Das in Figur 6 gezeigte System kann dann noch während einer begrenzten Zeit über die Batterien 114 versorgt werden, bevor es vollständig abschaltet, sofern nicht die Störung oder Fehlfunktion behoben wird.

Die in der vorstehenden Beschreibung mit den Ansprüchen der Zeichnung beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen von Bedeutung sein.

Bezugszeichenliste

10, 11, 12	Schaltnetzteile
13	Verbraucher
20	Schaltnetzteil
22	Schalter
24	Speicherkondensator
26	Ausgangs-Übertrager
28	Ausgangs/Freilaufdiode
30	LC-Schaltkreis
32	Lastwiderstand
34, 35, 36, 37	Gleichrichterdioden
38	Speicher- und Glättungs-drossel
40	Schalter
42	Ausgangs/Freilaufdiode
44	Speicherkondensator
50	erste Stufe
51, 52, 53	Widerstände
54	Operationsverstärker
56	Sperrdiode
58	Stromsenke
60	zweite Stufe
61	Schalter
62	Übertrager
63	Zenerdiode
64	Kondensator
65	Widerstand
68	gesteuerter Schalter
70	dritte Stufe
71	Eingangsdiode
72	Kondensator

73	Widerstand
74	Verstärkungsschaltung
75	Ausgangsdiode
80	Pulsweitenmodulationsschaltung
90	Stromnetz
92, 94, 96, 98	Schaltnetzteile
100 – 112	Verbraucher
114	Batterie

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZietät

Boehmert & Boehmert • P.O.B. 15 03 08 • D-80043 München

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12
80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1939-1972)
DIPLO.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1903-1972)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA*, Bremen
DIPLO.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIPLO.-PHYS. ROBERT MÜNZHUBER, PA (1913-1972)
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA HUTH-DIERIG, RA, München
DIPLO.-PHYS. DR. MARION TONHARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELDER, RA, Bremen
DIPLO.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Berlin
DIPLO.-PHYS. DR. DOROTHEE WEBER-BRULS, PA*, Frankfurt
DIPLO.-PHYS. DR. STEFAN SCHOPE, PA*, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Bielefeld
DR. MARTIN WIRTZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERND NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Bielefeld
DIPLO.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Hohenkirchen
DR.-ING. GERALD KLÖPSCH, PA*, Düsseldorf
DIPLO.-ING. HANS W. GROENING, PA*, München
DIPLO.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Bielefeld
DIPLO.-PHYS. LORENZ HANSEWINDEL, PA*, Potsdam
DIPLO.-ING. DR. JAN TÖNNIES, PA, RA, Kiel
DIPLO.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIPLO.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIPLO.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Oxford), RA, München
DIPLO.-PHYS. CHRISTIAN W. APPELT, PA*, München
DR. ANKE NORDEMANN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
KERSTIN MAUCH, LL.M., RA, Potsdam
DIPLO.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, PA, München
JÜRGEN ALBRECHT, RA, Bremen
ANKE SIEBOLD, RA, Bremen
DR. KLAUS TIM BRÖCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIPLO.-ING. NILS T. F. SCHMID, PA*, München
FLORIAN SCHWAB, LL.M., RA*, München
DIPLO.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
* - European Patent Attorney
A - Brandenburg, zugelassen am OLG Brandenburg
B - Maître en Droit
C - Licencié en Droit
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professional Representation at the Community Trademark Office, Alicante

In Zusammenarbeit mit/In cooperation with
DIPLO.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

München,

Neuanmeldung

M30134(L)

27. März 2002

Minebea Co., Ltd., a Japanese Corporation
18F Arco Tower
1-8-1 Shimo-Meguro
Meguro-Ku
Tokyo 153 0064
Japan

Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen

10 Patentansprüche

1. Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers (32), wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom I_0 und eine Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$ erzeugt, die abhängig ist von dem Aus-

- 21.357 -

Pettenkoferstraße 20-22 • D-80336 München • P.O.B. 15 03 08 • D-80043 München • Telefon +49-89-559680 • Telefax +49-89-347010

MÜNCHEN - BREMEN - BERLIN - DÜSSELDORF - FRANKFURT - BIELEFELD - POTSDAM - BRANDENBURG - KIEL - PADERBORN - HOHENKIRCHEN - ALICANTE

http://www.boehmert.de

e-mail: postmaster@boehmert.de

gangsstrom I_0 und einem Lastwiderstand R_L , und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuervorrichtung eine erste Stufe (50) mit einem P-Glied (54) aufweist, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$ abgeleitet ist, und eine P-Glied-
5 Steuerspannung U_{Vs} erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die erste Stufe aktiv ist, wenn $0 \leq I_0 \leq I_{0P}$,
eine zweite Stufe (60) mit einer Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom I_0 des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die zweite Stufe aktiv ist, wenn $I_{0P} \leq I_0 \leq I_{0S}$, und
eine dritte Stufe (70) mit einer Verstärkerschaltung (74) aufweist, die ein zum Ausgangsstrom I_0 proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung $m \cdot U_S$ erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die dritte Stufe aktiv ist, wenn $I_{0S} \leq I_0 \leq I_K$.

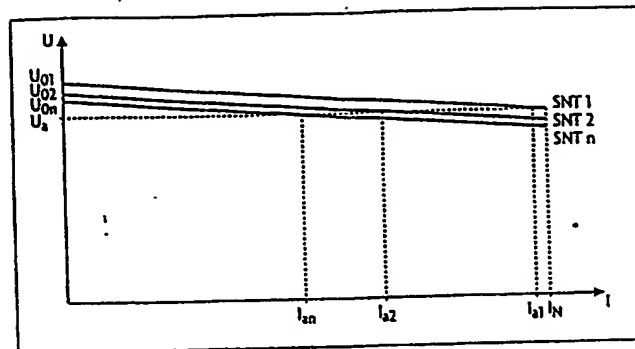
- 15 2. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Stufe auch aktiv ist, wenn $I_{0S} \leq I_0$.
3. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß I_{0P} ein erster Grenzwert des Ausgangsstroms I_0 ist, welcher die Grenze eines Normalbetriebsbereichs kennzeichnet; I_{0S} ein zweiter Grenzwert des Ausgangsstroms I_0 ist, welcher die Grenze eines Arbeitsbereichs mit hoher Belastung kennzeichnet; und I_K einen Kurzschlußstromwert kennzeichnet.
4. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuervorrichtung eine Pulsweitenmodulationsschaltung (80) aufweist, welche die P-Glied-Steuerspannung U_{Vs} , die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P und die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung U_S empfängt und
25 abhängig davon ein Steuersignal U_T für das jeweilige Schaltnetzteil erzeugt.

5. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Stufe (50) einen Spannungsteiler (51, 52, 53) aufweist, der eine zur Ausgangsspannung U_0 proportionale P-Glied-Eingangsspannung erzeugt.
- 5 6. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das P-Glied (54) der ersten Stufe (50) einen Operationsverstärker aufweist, dessen einer Eingang die P-Glied-Eingangsspannung empfängt und dessen anderer Eingang eine erste Bezugsspannung U_{ref} empfängt und dessen Ausgang die P-Glied-Steuerspannung U_{VS} abgibt.
7. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Operationsverstärker (54) über eine Sperrdiode (36) mit der Pulsweitenmodulationsschaltung (80) verbunden ist.
8. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Stufe (60) ein Übertragerelement (62) aufweist,
15 das zu einem Haupt-Übertragerelement (26) des jeweiligen Schaltnetzteils parallel geschaltet ist und ein Ausgangssignal erzeugt, das proportional zu dem Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils ist.
9. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Übertragerelement (62) eine Zenerdiode (63) und ein RC-Schaltkreis (64, 65) nachgeschaltet sind, welche die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P abhängig von dem Übertrager-Ausgangssignal erzeugen, wenn $I_0 \geq I_{0P}$, wobei U_P proportional zu I_0 ist.
20
10. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) der zweiten Stufe (60) nachgeschaltet ist und die Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P , die zu dem Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils proportional ist, das Eingangssignal der dritten Stufe (70) bildet.
25

11. Stromversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) zur zweiten Stufe (60) parallel geschaltet ist und eine weitere Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom I_0 des Schaltnetzteils nachbildet.
- 5 12. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) eine Verstärkerschaltung (74) aufweist, deren einer Eingang über einen weiteren RC-Schaltkreis (72, 73) mit der Stromabbildungsschaltung verbunden ist und deren anderer Eingang mit einer dritten Bezugsspannung U_{ref} verbunden ist und deren Ausgang die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung mU_s abgibt.
13. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkerschaltung (74) der dritten Stufe (70) so ausgelegt ist, daß sie einen hohen Verstärkungsfaktor, $m \gg 1$, hat.

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers, wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom I_0 und eine Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$ erzeugt, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom I_0 und einem Lastwiderstand R_L , und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil, wobei die Ansteuervorrichtung eine erste Stufe mit einem P-Glied aufweist, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung $U_0(I_0, R_L)$ abgeleitet ist, und eine P-Glied-Steuerspannung U_{VS} erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die erste Stufe aktiv ist, wenn $0 \leq I_0 \leq I_{0P}$, eine zweite Stufe mit einer Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom I_0 des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung U_P erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die zweite Stufe aktiv ist, wenn $I_{0P} \leq I_0 \leq I_{0S}$, und eine dritte Stufe mit einer Verstärkerschaltung aufweist, die ein zum Ausgangsstrom I_0 proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung $m \cdot U_S$ erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die dritte Stufe aktiv ist, wenn $I_{0S} \leq I_0 \leq I_K$.

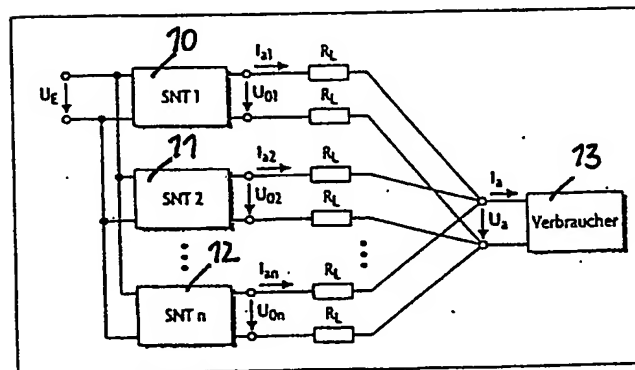
1/5



Kennlinien („weiche Kennlinien“) von n parallelgeschalteten Schaltnetzteilen.

Fig. 1

(Stand der Technik)



Symmetrische Verkabelung ist eine Voraussetzung für die Parallelschaltung von Schaltnetzteilen.

Fig. 2.

(Stand der Technik)

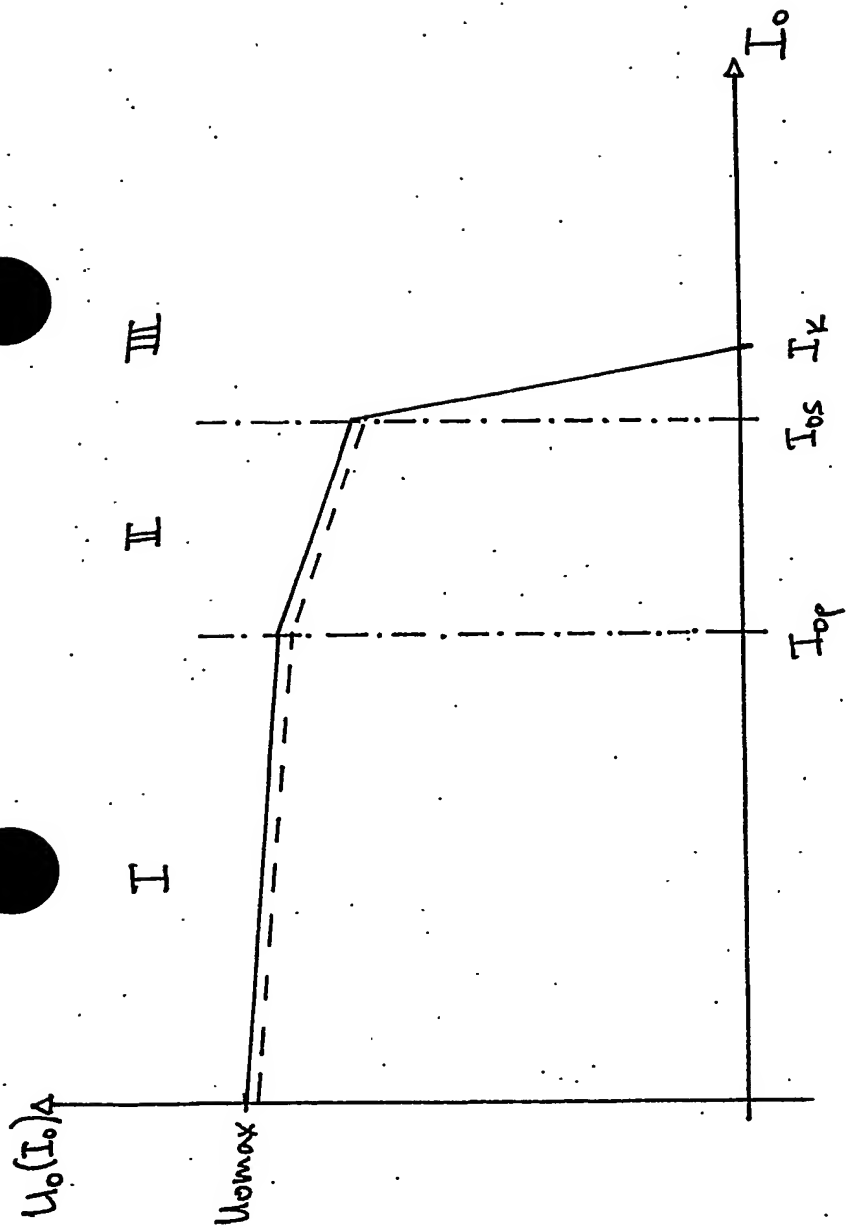


Fig. 3

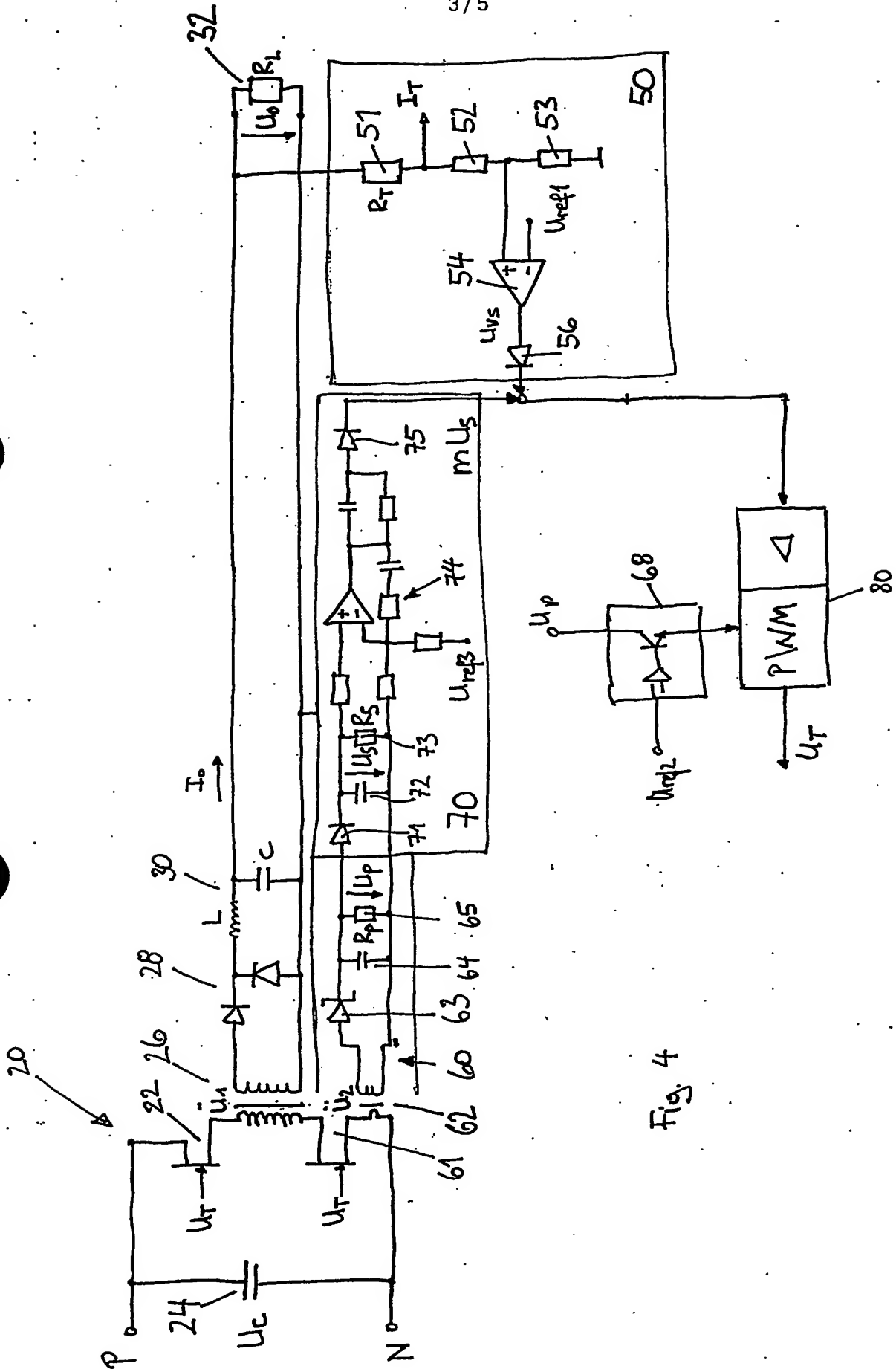


Fig. 4

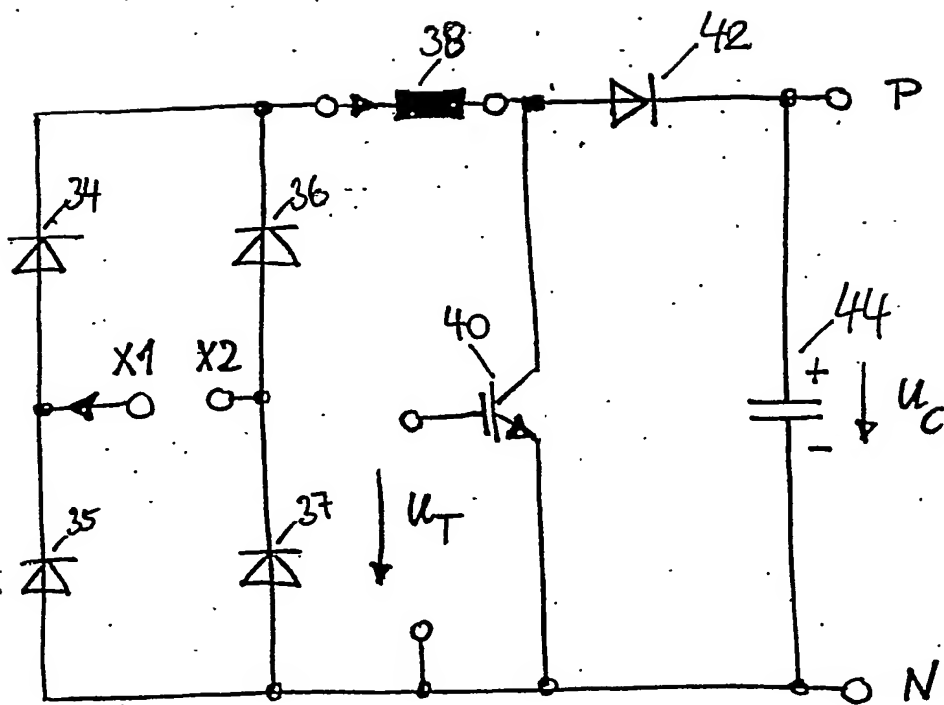
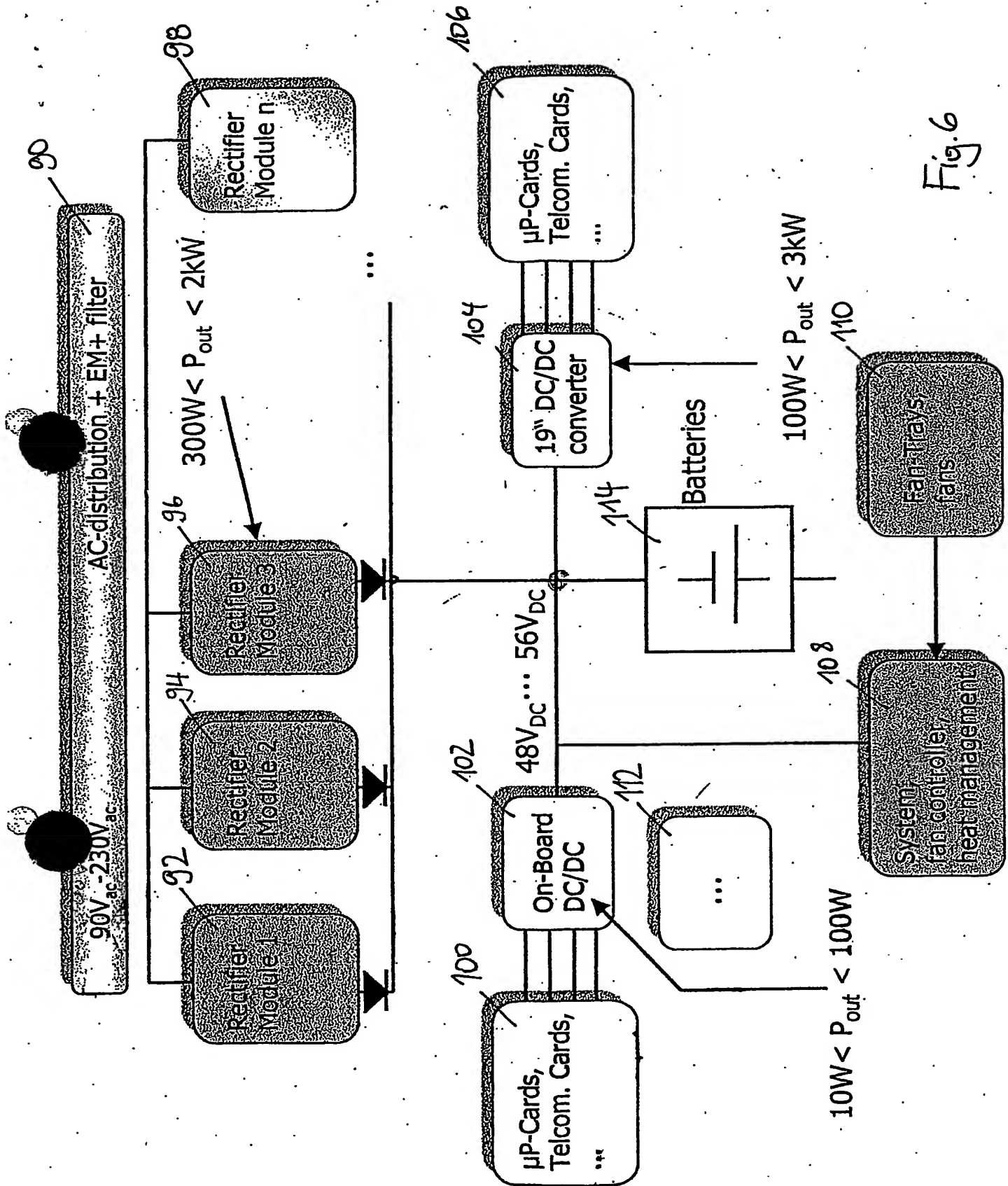


Fig. 5

(Stand der Technik)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.